



## **Comparison of five video laryngoscopes and conventional direct laryngoscopy : Investigations on simple and simulated difficult airways on the intubation trainer**

Ruetzler, K ; Imach, S ; Weiss, M ; Haas, T ; Schmidt, A R

**Abstract:** **INTRODUCTION** Securing the airway with a tracheal tube is essential in emergency situations, in the intensive care setting as well as during anesthesia for surgery and other interventions. Current methods of airway assessment are poor screening tests for predicting difficult direct laryngoscopy due to a generally low positive predictive value; therefore, successful endotracheal intubation requires a high level of expertise, regular training and practice and sometimes additional tools. Currently, several video laryngoscopes (VL) with different designs are commercially available and have been investigated in a wide variety of settings. To our knowledge there is no prospective study evaluating and comparing performance among these three groups of VL; therefore, the aim of this study was to compare performance of five VL and conventional direct laryngoscopy in an intubation manikin model, both in a normal and simulated difficult intubation setting. **METHODS** In this study 10 residents, 12 senior staff physicians and 5 anesthesia nurses, all experienced in conventional direct laryngoscopy and inexperienced with VL underwent theoretical and hands-on training with all VL lasting 60 min. Afterwards participants performed intubation with all 5 VL and conventional direct laryngoscopy in a randomized sequence using an intubation manikin with normal intubation settings. Thereafter participants performed intubation in a simulated difficult intubation setting using the same intubation manikin with a neck collar to immobilize the cervical spine. In this study, the C-MAC(®) with Macintosh blade size 3, GlideScope(®) size 3, McGrath(®) series 5, King Vision(®) and Airtraq(®) size 2 were used. Time to intubation served as primary outcome and time to glottis visualization, number of intubation attempts, success rate and subjective evaluation of difficulty served as secondary outcomes. **RESULTS** In the normal intubation setting, time to intubation ranged from 16.0 s (conventional direct laryngoscopy) to 34.3 s (McGrath). GlideScope and conventional direct laryngoscopy were successful in 100 % followed by C-MAC (96.7 %), Airtraq (88.9 %), King Vision (77.8 %) and McGrath VL (44.4 %). In the simulated difficult intubation setting, time to intubation ranged between 20.3 s (Airtraq) and 26.7 s (McGrath). Success rate with C-MAC was 100 %, followed by GlideScope (96.7 %), Airtraq (85.2 %), conventional direct laryngoscopy (85.2 %), King Vision (81.5 %) and McGrath VL (70.4 %). **CONCLUSION** In the manikin with normal intubation setting, conventional direct laryngoscopy using a Macintosh blade was convincing and superior to any VL used in this study. During simulated difficult intubation, a blade with video transmission, such as C-MAC and the GlideScope were superior compared to conventional direct laryngoscopy and any other VL tested.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00101-015-0051-5>

Published Version

Originally published at:

Ruetzler, K; Imach, S; Weiss, M; Haas, T; Schmidt, A R (2015). Comparison of five video laryngoscopes and conventional direct laryngoscopy : Investigations on simple and simulated difficult airways on the intubation trainer. *Der Anästhesist*, 64(7):513-519.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00101-015-0051-5>

Anaesthesist 2015 · 64:513–519  
 DOI 10.1007/s00101-015-0051-5  
 Eingegangen: 9. März 2015  
 Überarbeitet: 16. Mai 2015  
 Angenommen: 18. Mai 2015  
 Online publiziert: 15. Juli 2015  
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015



K. Ruetzler<sup>1,2</sup> · S. Imach<sup>3</sup> · M. Weiss<sup>3</sup> · T. Haas<sup>3</sup> · A.R. Schmidt<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Outcome Research Consortium, Cleveland, Ohio, USA

<sup>2</sup> Institut für Anästhesiologie, Universitäts-Klinik Zürich, Zürich, Schweiz

<sup>3</sup> Anästhesieabteilung, Universitäts-Kinderklinik, Zürich, Schweiz

# Vergleich von fünf Videolaryngoskopen und direkter konventioneller Laryngoskopie

## Untersuchung des einfachen und simulierten schwierigen Atemweg am Intubationstrainer

**Im klinischen Alltag kommt eine unerwartet schwierige Darstellung der Glottis relativ häufig vor. Die Videolaryngoskopie (VL) wurde zur optischen Überwachung und zur Unterstützung der endotrachealen Intubation bei unerwartet schwieriger Glottisdarstellung eingeführt. Gemäß Wissen der Autoren des vorliegenden Beitrags gibt es bislang keine prospektive Studie, die unterschiedliche VL miteinander vergleicht. Folglich war das Ziel dieser Studie, die Erfolgsrate 5 verschiedener VL und der direkten konventionellen Laryngoskopie (DKL) für eine einfache sowie eine simulierte schwierige Intubation an einem Intubationstrainer zu evaluieren. Die am Markt erhältlichen VL lassen sich anhand ihrer Eigenschaften und Bauart in 3 unterschiedliche Gruppen einteilen.**

### Hintergrund

Die Sicherung des Atemwegs mithilfe der endotrachealen Intubation ist in Notfallsituationen, in der Intensivmedizin sowie zur Durchführung von Operationen und verschiedenen Untersuchungen in Allgemeinanästhesie essenziell. Derzeitige Screeningtests zur Beurteilung des Atemwegs und zur Vorhersage einer schwierigen DKL sind aufgrund ihres niedrigen positiven Vorhersagewerts unzureichend [11]. Im klinischen Alltag kommt eine un-

erwartet schwierige Darstellung der Glottis bei der DKL in 1–9 % der Intubationsversuche, eine schwierige Laryngoskopie bei 5,8 % und schlussendlich eine schwierige Intubation bei bis zu 3,2 % aller Patienten vor [4, 22, 25]. Daher setzt die erfolgreiche DKL ein hohes Maß an Expertise sowie regelmäßiges Training und Verwendung zusätzlicher Hilfsmittel zur Unterstützung einer erfolgreichen endotrachealen Intubation voraus [6, 7].

Die Videolaryngoskopie (VL) wurde zur optischen Überwachung und zur Unterstützung der endotrachealen Intubation bei unerwartet schwieriger Glottisdarstellung eingeführt [26]. Ein kürzlich publizierter systematischer Review mit Metaanalyse konnte die Vorteile der VL gegenüber der DKL bezüglich der Glottisdarstellung klar aufzeigen, sodass die VL als Alternative für das Management eines erwartet und unerwartet schwierigen Atemwegs in Erwägung gezogen werden kann [8, 17, 19, 24].

Derzeit sind verschiedene VL mit unterschiedlichen Ausführungen und Charakteristiken auf dem Markt erhältlich. Sie wurden in verschiedenen Settings untersucht, jedoch gibt es nur wenige Studien, die verschiedene VL miteinander und mit der DKL verglichen haben [11, 17, 23]. Die auf dem Markt erhältlichen VL können potenziell in 3 Gruppen unterteilt werden:

- VL mit konventionell-geradem (Miller-Spatel) oder konventionell-gebogenem Spatel (Macintosh-Spatel),

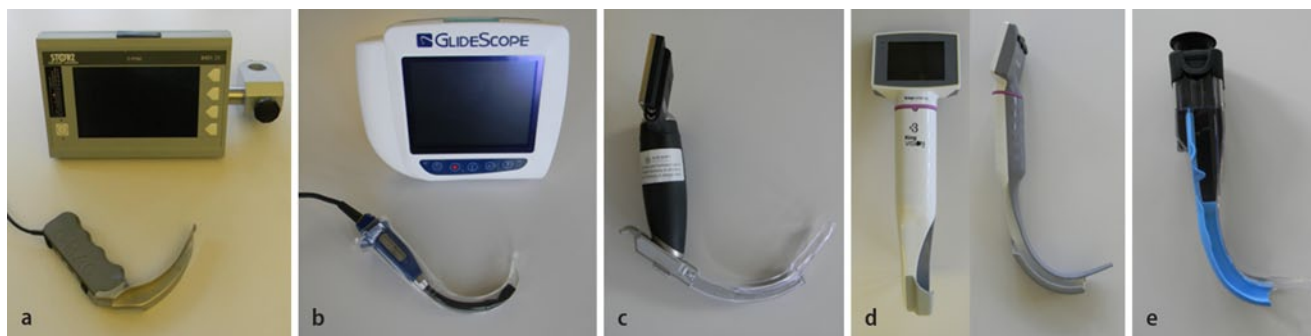
- VL mit gewinkelter oder stark gebogenen Spatel mit der Notwendigkeit eines Führungsmandrins und
- VL mit einem integrierten Führungskanal im Spatel, sog. geführte VL.

### Intubationstrainerstudie

#### Design

Freiwillige Teilnehmer (Anästhesieärzte in Weiterbildung, Fachärzte für Anästhesiologie und diplomiertes Anästhesiepflegepersonal) verschiedener umliegender Krankenhäuser im Großraum Zürich wurden angefragt, an dieser Intubationstrainerstudie im Januar 2014 unentgeltlich teilzunehmen. In der A-priori-Power-Analyse wurde ein Unterschied von 5 s ( $\pm 3$  s) zwischen den einzelnen Intubationshilfen erwartet. Obwohl dieser Unterschied klinisch unwesentlich erscheint, sollte damit eine Aussage über die Schnelligkeit der erfolgreichen Intu-

Die Autoren haben wie folgt zur Arbeit beigetragen: K. Ruetzler: Studiendesign und Konzept, Teilnehmerakquirierung, Analyse und Interpretation der Daten, Manuskriptverfassung sowie Revision. A.R. Schmidt: Teilnehmerakquirierung, Analyse und Interpretation der Daten, Manuskriptverfassung sowie Revision. T. Haas: Teilnehmerakquirierung, Analyse und Interpretation der Daten, Manuskriptrevision. S. Imach: Teilnehmerakquirierung, Analyse und Interpretation der Daten, Manuskriptrevision. M. Weiss: Studienidee, Teilnehmerakquirierung, Analyse und Interpretation der Daten, Manuskriptrevision.



**Abb. 1** ▲ Verwendete Videolaryngoskope (VL). *Anatomisch geformt:* **a** C-MAC®-VL mit Laryngoskop-Spatel nach Macintosh, Gr. 3 (Fa. Karl Storz, Tuttlingen). *Gewinkelt:* **b** GlideScope®-VL mit Spatel Gr. 3 (Fa. Armstrong Medical Ltd, Golerainem, Nordirland); **c** McGrath®-VL der Serie 5, das vorab auf eine mittlere Länge eingestellt wurde (Fa. Aircraft Medical, Edinburgh, Großbritannien). *Mit Führungskanal geformt:* **d** King-Vision®-VL (Fa. Kingsystems, Noblesville, Indianapolis); **e** Airtraq®-VL (Fa. Airtraq Medical Ltd, Edinburgh, Großbritannien)

bation mit ausreichender Power getroffen werden. Mit einem  $\alpha$ -Wert von 0,05 waren somit mindestens 22 Intubationen mit jeder Intubationshilfe notwendig, um eine Power von mindestens 0,9 zu erreichen.

Alle Teilnehmer hatten bis zur Studie keine Erfahrung im Umgang mit den in dieser Studie verwendeten VL. Der Grund für diese „Unerfahrenheit“ liegt in der im Großraum Zürich prädominanten Verwendung der fiberoptischen Intubationstechnik bei der erwartet und unerwartet schwierigen Intubation.

Die Teilnahme an der 60-minütigen theoretischen Einführung mit praktischem Training direkt vor der eigentlichen Studienevaluation war für alle Teilnehmer dieser Studie obligat. Das praktische Training wurde von den jeweiligen Medizinproduktevertretern durchgeführt und von mit den VL erfahrenen Studienleitern unterstützt. Alle Teilnehmer konnten im Rahmen des praktischen Trainings unter Supervision beliebig viele Intubationen mit den 5 verschiedenen VL durchführen. Damit sollten die korrekte Anwendung und die notwendige Übung für die Durchführung der Studie garantiert werden. Die in **Abb. 1** dargestellten 5 VL wurden in dieser Studie evaluiert.

Für die Intubation mithilfe der DKL wurde ein Macintosh-Spatel, Gr. 3, verwendet. Bei allen Intubation wurde ein „Microcuff“-Tubus [Innendurchmesser (ID) 7,0 mm; KimVent Microcuff Endotracheal Tube; Fa. Kimberly Clark, Zaventem, Belgien] verwendet. Nach dem praktischen Training erfolgte der eigent-

liche Studienteil für alle Teilnehmer in einem abgetrennten Raum.

### Einfache Intubation

Zuerst wurden die Teilnehmer gebeten, tracheale Intubationen am Intubationstrainer (Atemwegsmanagementtrainer; Fa. Laerdal Medical 2012, Stavanger, Norwegen) mit einfachem Atemweg durchzuführen. Der Intubationstrainer erlaubt die Simulation einer einfachen direkten Laryngoskopie und wird häufig als Atemwegs Lern- und Trainingsmodell verwendet. Vor Verwendung wurden die Atemwege des Intubationstrainers, die endotrachealen Tuben und die Führungshilfen (falls notwendig) ausreichend mithilfe eines vom Hersteller (Laerdal Airway Lubricant, Fa. Laerdal Medical, Stavanger, Norwegen) empfohlenen Silikonsprays gleitfähig gemacht.

Jeder Teilnehmer intubierte in randomisierter Reihenfolge mithilfe von VL und DKL. Die Intubationen mithilfe der DKL, des McGrath- und des C-MAC-VL wurden mit einem wiederverwendbaren Führungshilfe (Tracheal Intubation Stylet, 5,0 mm OD, Fa. Smith Medical Int. Ltd., Hythe, Kent, UK) im endotrachealen Tubus unterstützt. Die Teilnehmer konnten die Krümmung des Tubus mithilfe der biegbaren Führungshilfe nach eigenem Ermessen anpassen. Die Intubation mit dem GlideScope-VL erfolgte mit dem vom Hersteller mit angebotenen „cobalt stylet“.

### Simulierte schwierige Intubation

Nachdem die Teilnehmer die Evaluation anhand der einfachen Intubation abgeschlossen hatten, wurden sie gebeten, mit allen 5 VL und der DKL eine Intubation beim simulierten schwierigen Atemweg durchzuführen. Dafür wurde ein identischer Intubationstrainer bereitgestellt. Mithilfe einer Halskrause (Stiff-Neck Select, Fa. Laerdal Medical, Stavanger, Norwegen) wurde die Halswirbelsäule so fixiert, dass eine Glottisdarstellung via DKL deutlich erschwert wurde, ohne jedoch die Mundöffnung des „manikin“ und damit das Einführen der Intubationsgeräte zu beeinflussen.

Die Randomisierung erfolgte durch Ziehen einer aus 6 identischen Karten mit der Bezeichnung des Intubationsgeräts durch den jeweiligen Studienteilnehmer. Die Teilnehmer waren bei den Intubationen nur unter Beobachtung der Studienleiter, sodass ein gegenseitiges Beobachten der restlichen Teilnehmer und ein Darauslernen ausgeschlossen waren.

### Messungen

Primärer Endpunkt war die Intubationszeit, definiert als die Zeit vom Einführen des Spatels in den Mund bis zur Entfernung des Intubationsgeräts aus dem Intubationstrainer mit anschließendem Blocken des Tubus-Cuff. Die Zeit wurde durch einen Studienmitarbeiter mithilfe einer Stoppuhr ermittelt.

Sekundäre Endpunkte waren die Zeit vom Einführen des Spatels in den Mund

K. Ruetzler · S. Imach · M. Weiss · T. Haas · A.R. Schmidt

## Vergleich von fünf Videolaryngoskopen und direkter konventioneller Laryngoskopie. Untersuchung des einfachen und simulierten schwierigen Atemweg am Intubationstrainer

### Zusammenfassung

**Einleitung.** Ziel dieser Studie war es, die Erfolgsrate von 5 verschiedenen Videolaryngoskopen (VL) unterschiedlichster Bauweise mit der direkten konventionellen Laryngoskopie (DKL) für das Management einer einfachen und simuliert-schwierigen Intubation am Intubationstrainer zu vergleichen.

**Methodik.** Zehn Anästhesisten in Weiterbildung, 12 Fachärzte für Anästhesie und 5 Anästhesiepflegekräfte, allesamt erfahren mit DKL und unerfahren mit VL, unterzogen sich einem 60 min dauernden theoretischen und praktischen Training in der Handhabung der verschiedenen VL. Im Anschluss an das Training erfolgten in randomisierter Reihenfolge die Intubationen mit allen 5 VL und DKL am Intubationstrainer mit einfachem Atemweg. Im Anschluss wurden erneut in randomisierter Reihenfolge Intubationen mit allen

5 VL und DKL am Intubationstrainer mit simuliert-schwierigem Atemweg durchgeführt. Die schwierige Intubation wurde durch die Anlage eines „stiff neck“ zur Immobilisation der Halswirbelsäule simuliert. In dieser Studie wurden das C-MAC®-VL mit Laryngoskopspatel nach Macintosh, Gr. 3, GlideScope®-VL, Gr. 3, McGrath®-VL Serie 5, King-Vision®-VL, Gr. 3, und Airtraq®-VL, Gr. 2, verwendet. Primärer Endpunkt war die Intubationszeit. Als sekundäre Endpunkte dienten Zeit bis zur Glottisdarstellung, Anzahl der Intubationsversuche, Erfolgsrate und subjektive Einschätzung der Schwierigkeit jeder Technik.

**Resultate.** Bei der einfachen Intubation betrug die Intubationszeit zwischen 16,0 s (DKL) und 34,3 s (McGrath-VL). GlideScope-VL und DKL hatten Erfolgsraten von 100 %, gefolgt von C-MAC- (96,7 %), Airtraq- (88,9 %), King-

Vision- (77,8 %) und McGrath-VL (44,4 %). Bei der simuliert-schwierigen Intubation reichte die Intubationszeit von 20,3 s (Airtraq-VL) bis 26,7 s (McGrath-VL). Die Erfolgsrate mit dem C-MAC-VL betrug 100 %, gefolgt von GlideScope- (96,7 %), Airtraq-VL (85,2 %), DKL (85,2 %), King-Vision- (81,5 %) und McGrath-VL (70,4 %).

**Schlussfolgerung.** Beim Intubationstrainer mit einfachem Atemweg war die DKL allen VL überlegen. Bei der simuliert-schwierigen Intubation erzielten das C-MAC-VL mit Laryngoskopspatel nach Macintosh und das GlideScope-VL bessere Ergebnisse als die DKL oder die anderen VL.

### Schlüsselwörter

Atemwegsmanagement · Intubation · Intubationstrainer · Glottis · Vergleichsstudie

## Comparison of five video laryngoscopes and conventional direct laryngoscopy. Investigations on simple and simulated difficult airways on the intubation trainer

### Abstract

**Introduction.** Securing the airway with a tracheal tube is essential in emergency situations, in the intensive care setting as well as during anesthesia for surgery and other interventions. Current methods of airway assessment are poor screening tests for predicting difficult direct laryngoscopy due to a generally low positive predictive value; therefore, successful endotracheal intubation requires a high level of expertise, regular training and practice and sometimes additional tools. Currently, several video laryngoscopes (VL) with different designs are commercially available and have been investigated in a wide variety of settings. To our knowledge there is no prospective study evaluating and comparing performance among these three groups of VL; therefore, the aim of this study was to compare performance of five VL and conventional direct laryngoscopy in an intubation manikin model, both in a normal and simulated difficult intubation setting.

**Methods.** In this study 10 residents, 12 senior staff physicians and 5 anesthesia nurses,

all experienced in conventional direct laryngoscopy and inexperienced with VL underwent theoretical and hands-on training with all VL lasting 60 min. Afterwards participants performed intubation with all 5 VL and conventional direct laryngoscopy in a randomized sequence using an intubation manikin with normal intubation settings. Thereafter participants performed intubation in a simulated difficult intubation setting using the same intubation manikin with a neck collar to immobilize the cervical spine. In this study, the C-MAC® with Macintosh blade size 3, GlideScope® size 3, McGrath® series 5, King Vision® and Airtraq® size 2 were used. Time to intubation served as primary outcome and time to glottis visualization, number of intubation attempts, success rate and subjective evaluation of difficulty served as secondary outcomes.

**Results.** In the normal intubation setting, time to intubation ranged from 16.0 s (conventional direct laryngoscopy) to 34.3 s (McGrath). GlideScope and conventional direct

laryngoscopy were successful in 100 % followed by C-MAC (96.7 %), Airtraq (88.9 %), King Vision (77.8 %) and McGrath VL (44.4 %). In the simulated difficult intubation setting, time to intubation ranged between 20.3 s (Airtraq) and 26.7 s (McGrath). Success rate with C-MAC was 100 %, followed by GlideScope (96.7 %), Airtraq (85.2 %), conventional direct laryngoscopy (85.2 %), King Vision (81.5 %) and McGrath VL (70.4 %).

**Conclusion.** In the manikin with normal intubation setting, conventional direct laryngoscopy using a Macintosh blade was convincing and superior to any VL used in this study. During simulated difficult intubation, a blade with video transmission, such as C-MAC and the GlideScope were superior compared to conventional direct laryngoscopy and any other VL tested.

### Keywords

Airway management · Intubation · Manikin · Glottis · Comparative study

des Manikin bis zur Glottisdarstellung, der Cormack-Lehane-Grad [5], angegeben vom intubierenden Teilnehmer, der Prozentsatz einer „ausgezeichneten Sicht“ (definiert als Darstellung der Stimmbän-

der mit Cormack-Lehane-Graden 1 und 2a, [27]), die Anzahl der Intubationsversuche (definiert als das Vorschieben des Tubus gegen die Glottisöffnung) und eine subjektive Einschätzung der Schwierigkeit

jeder Technik, beurteilt durch den Teilnehmer selbst. Die Erfolgsrate (verifiziert durch eine sichtbare Lungenentfaltung bei Beatmung mithilfe des Beatmungsbeutels) diente als weiterer sekundärer End-



**Tab. 1** Erfolgsrate, Zeit bis zur Glottisdarstellung, Anzahl der Intubationsversuche, Intubationszeit sowie subjektive Einschätzung der Schwierigkeit jeder Technik beim normalen Atemweg

	Gesamterfolgsrate (%)	Zeit bis zur Glottisdarstellung [Median $\pm$ Standardabweichung (s)]	Anzahl der Intubationsversuche [Median (Range)]	Intubationszeit [Median $\pm$ Standardabweichung (s)]	Subjektive Schwierigkeits-einschätzung [Median (Range)]	Anzahl (n) der Intubationen > 60 s	Anzahl (n) > 3 Intubationsversuche	Anzahl (n) der definitiven Tubusfehlagen
C-MAC-VL	96,7	8,5 $\pm$ 4,0	1,2 (1–2)	20,3 $\pm$ 7,5	1,9 (1–5)	0	1	0
GlideScope-VL	100	6,6 $\pm$ 3,9	1,3 (1–3)	20,1 $\pm$ 9,1	1,7 (1–3)	0	0	0
McGrath-VL	44,4	9,1 $\pm$ 4,3	1,7 (1–3)	34,3 $\pm$ 13,3	3,7 (1–5)	3	12	0
Airtraq-VL	88,9	8,9 $\pm$ 5,4	1,3 (1–3)	18,4 $\pm$ 7,7	2,3 (1–5)	1	2	0
King-Vision-VL	77,8	6,8 $\pm$ 2,5	1,9 (1–3)	20,1 $\pm$ 10,7	2,4 (1–5)	0	6	0
DKL	100	8,1 $\pm$ 6,2	1,0 (1)	16,0 $\pm$ 7,8	2,0 (1–4)	0	0	0

DKL direkter konventioneller Laryngoskopie, VL Videolaryngoskop.

punkt. Eine Fehlintubation wurde dokumentiert, wenn mehr als 3 Intubationsversuche (s. o.) notwendig waren, der endotracheale Tubus unbemerkt ösophageal zu liegen kam oder eine Intubationsdauer von 60 s überschritten wurde.

Die subjektive Einschätzung der Schwierigkeit der Intubation mithilfe des entsprechenden Intubationsgeräts konnte wie folgt angegeben werden: 1: sehr einfach, 2: einfach, 3: schwierig, 4: mäßig-schwierig und 5: unmöglich [21].

Die Intubationszeit und die Zeit bis zur Glottisdarstellung wurden vom Studienpersonal anhand des VL-Monitors und des Intubationsablaufs ermittelt, bei der DKL aufgrund der fortlaufenden Angaben des Teilnehmers über den Zeitpunkt der Glottisdarstellung und anschließend dokumentiert.

## Statistische Analyse

Auf Normalverteilung wurde mithilfe des Kolmogorow-Smirnow-Tests geprüft. Normal verteilte Daten wurden mit Mittelwert und Standardabweichung wiedergegeben und mit gepaartem T-Test auf Signifikanz überprüft (Intubationsversuche). Die nichtnormal verteilten Daten wie Intubationszeit, die Zeit bis zur Glottisdarstellung und die subjektive Einschätzung der Schwierigkeit jeder Technik wurden mit dem Wilcoxon-Test statistisch ausgewertet.

Die Anzahl der Intubationsversuche und die subjektive Einschätzung der Schwierigkeit jeder Technik werden als Median (Minimal- bis Maximalwert), Cormack-Lehane-Grade als absolute Werte, die Intubationszeit und die Zeit

bis zur Glottisdarstellung als Mittelwert ( $\pm$  Standardabweichung) angegeben.

Ein  $p$ -Wert  $< 0,0083$  wurde als statistisch signifikant erachtet. Dies ergibt sich durch die Adaptierung des  $p$ -Werts (ursprünglich 0,05) aufgrund der Korrektur für multiples Testen nach Sidak.

Alle Analysen wurden mit Sigma-Plot 11.0 (Fa. Systat Software Inc., Erkrath, Deutschland) durchgeführt.

## Ergebnisse

Zehn Anästhesisten in Weiterbildung (mediane Berufserfahrung: 4,5 Jahre), 12 Fachärzte für Anästhesiologie (mediane Berufserfahrung: 15,5 Jahre) und 5 Anästhesiepflegekräfte (mediane Berufserfahrung: 12,8 Jahre) nahmen an der Studie teil. Alle Teilnehmer ( $n=27$ ) führten alle Intubationsversuche durch, resultierend in 54 Intubationsversuchen für jedes Intubationsgerät (je 27 für den einfachen und den schwierigen Atemweg).

Die Erfolgsrate, die Zeit vom Einführen des Intubationsgeräts in den Mund des Manikin bis zur Glottisdarstellung, die Anzahl der Intubationsversuche, die Intubationszeit und die subjektive Einschätzung der Schwierigkeit jeder Technik sind in **Tab. 1** für den einfachen und in **Tab. 2** für den schwierigen Atemweg dargestellt. Cormack-Lehane-Grade und der Anteil an „ausgezeichneter Sicht“ sind in **Tab. 3** wiedergegeben.

## Einfache Intubation

Die Intubationszeit war am kürzesten mithilfe der DKL (16,0 s), gefolgt von Airtraq- (18,4 s), King-Vision- (20,1 s), GlideScope-

(20,2 s), C-MAC- (20,3 s) und McGrath-VL (34,3 s). Die Intubation mithilfe des McGrath-VL dauerte signifikant länger, verglichen mit C-MAC- ( $p=0,007$ ), Airtraq-VL ( $p=0,001$ ) und der DKL ( $p=0,004$ ).

Die DKL und das GlideScope-VL zeigten jeweils eine Erfolgsrate von 100 %. Es waren C-MAC- in 96,7 %, Airtraq- in 88,9 %, King-Vision- in 77,8 % und McGrath-VL in 44,4 % der Fälle erfolgreich.

Die Zeit bis zur Glottisdarstellung variierte von 6,6 s mithilfe des GlideScope- bis zu 9,1 s mithilfe des McGrath-VL; diese Unterschiede waren jedoch statistisch nicht signifikant. Die Anzahl der Intubationsversuche war signifikant geringer bei Intubationen mit dem C-MAC- ( $p=0,007$ ) und dem GlideScope-VL ( $p=0,007$ ), verglichen mit dem McGrath-VL. Auch mithilfe der DKL wurden, verglichen mit dem McGrath- ( $p=0,002$ ) oder dem King-Vision-VL ( $p=0,001$ ), signifikant weniger Intubationsversuche benötigt. Die subjektive Einschätzung der Schwierigkeit jeder Technik war beim McGrath-VL signifikant höher (schwieriger) im Vergleich mit allen anderen VL. Das Airtraq-VL wurde auch als schwieriger eingestuft als das GlideScope-VL ( $p>0,001$ ).

Eine ausgezeichnete Sicht bei jedem Intubationsversuch (100 %) wurde für GlideScope-, McGrath- und King-Vision-VL dokumentiert. Die C-MAC- und Airtraq-VL erreichten in 96 % der Fälle eine ausgezeichnete Sicht, die DKL in 78 %.

**Tab. 2** Erfolgsrate, Zeit bis zur Glottisdarstellung, Anzahl der Intubationsversuche, Intubationszeit und subjektive Einschätzung der Schwierigkeit jeder Technik beim simulierten schwierigen Atemweg

	Gesamterfolgsrate (%)	Zeit bis zur Glottisdarstellung [Median ± Standardabweichung (s)]	Anzahl der Intubationsversuche [Median (Range)]	Intubationszeit [Median ± Standardabweichung (s)]	Subjektive Schwierigkeits-einschätzung [Median (Range)]	Anzahl (n) der Intubationen > 60 s	Anzahl (n) > 3 Intubationsversuche	Anzahl (n) der definitiven Tubusfehl-lagen
C-MAC-VL	100	10,0 ± 9,0	1,1 (1–2)	21,8 ± 11,6	1,7 (1–3)	0	0	0
GlideScope-VL	96,7	6,2 ± 2,3	1,3 (1–3)	22,3 ± 9,7	1,8 (1–5)	0	1	0
McGrath-VL	70,4	9,7 ± 5,1	1,6 (1–3)	26,7 ± 12,8	3,0 (1–5)	1	7	0
Airtraq-VL	85,2	10,0 ± 7,1	1,5 (1–3)	20,3 ± 10,0	2,8 (1–5)	2	2	0
King-Vision-VL	81,5	9,2 ± 7,4	2,0 (1–3)	25,3 ± 16,3	2,7 (1–5)	1	4	0
DKL	85,2	9,3 ± 5,6	1,2 (1–3)	20,5 ± 7,5	2,7 (1–5)	1	2	1

DKL direkter konventioneller Laryngoskopie, VL Videolaryngoskop.

**Tab. 3** Cormack-Lehane-Grade [13]

	Cormack-Lehane-Grad					Anteil (%) an „ausgezeichnete Sicht“ <sup>a</sup>
	1	2a	2b	3	4	
<b>Einfache Intubation</b>						
C-MAC-VL	18	8	1	0	0	96
GlideScope-VL	20	7	0	0	0	100
McGrath-VL	17	10	0	0	0	100
Airtraq-VL	21	5	1	0	0	96
King-Vision-VL	23	4	0	0	0	100
DKL	15	6	6	0	0	78
<b>Simulierte schwierige Intubation</b>						
C-MAC-VL	8	15	4	0	0	85
GlideScope-VL	16	9	2	0	0	93
McGrath-VL	6	19	2	0	0	93
Airtraq-VL	11	13	3	0	0	89
King-Vision-VL	15	12	0	0	0	100
DKL	1	3	18	4	1	15

DKL direkter konventioneller Laryngoskopie, VL Videolaryngoskop.

<sup>a</sup>Verhältnis „ausgezeichnete Sicht“ ist definiert als Darstellung der Stimmbänder mit Cormack-Lehane-Graden 1 und 2a.

## Simulierte schwierige Intubation

Die Intubationszeit war am kürzesten mit dem Airtraq-VL (20,3 s), gefolgt von der DKL (20,5 s), dem GlideScope- (21,5 s), dem C-MAC- (21,8 s), dem King-Vision- (25,3 s) und dem McGrath-VL (26,7 s). Die Unterschiede sind jedoch statistisch nicht signifikant.

Die Erfolgsraten betrugen beim C-MAC-VL 100 %, beim GlideScope-VL 96,7 %, beim Airtraq-VL 85,2 %, bei DKL 85,2 %, beim King-Vision-VL 81,5 % und beim McGrath-VL 70,4 %.

Die Zeit bis zur Glottisdarstellung war statistisch signifikant am kürzesten mit dem GlideScope-VL (6,2 s), verglichen mit allen anderen VL (■ Tab. 2). Die Anzahl der Intubationsversuche reichte von 1,1 (C-MAC-VL) bis 2,0 (King-

Vision-VL) und war signifikant niedriger mit dem C-MAC-VL, verglichen mit Airtraq- ( $p=0,005$ ) und King-Vision-VL ( $p=0,002$ ). Die subjektive Einschätzung der Schwierigkeit jeder Technik war beim C-MAC-VL signifikant am geringsten (einfachsten), verglichen mit den anderen VL wie McGrath- ( $p=0,002$ ), Airtraq- ( $p=0,001$ ), King-Vision-VL ( $p=0,007$ ) oder DKL ( $p=0,001$ ). Das GlideScope-VL wurde im Vergleich zum McGrath- ( $p=0,002$ ), Airtraq-VL ( $p=0,005$ ) oder DKL ( $p=0,008$ ) als subjektiv einfacher eingeschätzt.

Das King-Vision-VL erzielte eine ausgezeichnete Sicht bei allen Intubationen, wohingegen GlideScope- und McGrath- 93 %, Airtraq- 89 %, C-MAC-VL 85 % und DKL 15 % erreichten.

## Diskussion

Ziel dieser Studie war der Vergleich der Erfolgsrate von 5 verschiedenen VL und der DKL an einem Intubationstrainer mit einer einfachen und einer simulierten schwierigen Intubation. Die Hauptergebnisse waren, dass die DKL bei der einfachen Intubation allen VL bezüglich Intubationszeit und Anzahl an Intubationsversuchen überlegen war. Bei der simulierten schwierigen Intubation schnitt das C-MAC-VL bezüglich Erfolgsrate und Anzahl an Intubationsversuchen am besten ab.

Durch die Erhöhung des optischen Sichtwinkels auf die Stimmbänder von 10° bei der DKL auf ca. 40–50° bei VL aufgrund der Monitorbildübertragung von der „Spitze“ eines konventionellen Intu-

bationsspatels [9, 12] wird der Grad der Glottisdarstellung während der endotrachealen Intubation verbessert. Dies kann während eines unerwartet schwierigen Atemwegs hilfreich sein und ermöglicht einen einfachen Umstieg von der DKL zur VL [19]. Jedoch ist bei der Anwendung eines VL die korrekte Platzierung des endotrachealen Tubus mitunter erschwert. Vor allem bei den aktuell erhältlichen VL mit stark gebogenem oder abgewinkeltem Spatel ist zur Unterstützung der Intubation ein Führungsstab oder sogar eine Führungsschiene für die erfolgreiche Intubation notwendig (■ Abb. 1).

Ein erst kürzlich publizierter Review mit Metaanalyse hat eine bessere Glottisdarstellung mit VL im Vergleich zur DKL gezeigt [24]. Die Frage stellt sich jedoch, ob die bessere Glottisdarstellung auch mit einer schnelleren Zeit bis zur Intubation und einer höheren Erfolgsrate bezüglich korrekter endotrachealer Intubation einhergeht? In dieser Studie war die Zeit bis zur Glottisdarstellung sowohl bei der einfachen als auch bei der simulierten schwierigen Intubation bei allen Geräten vergleichbar. Obwohl die Intubationszeit in einigen Fällen statistisch signifikant unterschiedlich war, muss bei Zeitunterschieden von 18 s für die einfache und 6 s für die simulierte schwierige Intubation davon ausgegangen werden, dass diese kaum klinische Relevanz besitzen. Des Weiteren zeigten alle VL eine bessere Glottisdarstellung (Cormack-Lehane-Grade), verglichen mit der DKL. Schlussfolgernd fanden sich bei allen VL ähnliche Zeiten bis zur Glottisdarstellung, Intubationszeiten und Häufigkeiten an „ausgezeichneter“ Sicht im Vergleich zur DKL, jedoch war dies nicht automatisch mit einer höheren Erfolgsrate assoziiert.

Wie anhand der einfachen Intubation gezeigt, konnten die VL zwar einen Vorteil gegenüber der DKL hinsichtlich der besseren Glottisdarstellung zeigen. Dies war aber ohne Auswirkung auf die Anzahl der Intubationsversuche, die Intubationszeit oder der Erfolgsrate. Vielmehr scheinen die VL bei der einfachen Intubation den Intubationsprozess zu verlängern und zeigten insbesondere bei Verwendung des McGrath-, Airtraq- und King-Vision-VL eine erhöhte Anzahl von mehreren Intubationsversuchen (■ Tab. 1). Dies wurde

auch durch die subjektive Einschätzung der Schwierigkeit dieser 3 VL bestätigt.

Im Gegensatz dazu fanden sich bei der simulierten schwierigen Intubation für das C-MAC- und das GlideScope-VL deutliche Vorteile gegenüber der DKL mit besserer Glottisdarstellung, geringerer Anzahl an Intubationsversuchen sowie einer Erfolgsrate von 100 resp. 96,7 %. Zudem wurde es von den Studienteilnehmern subjektiv als die leichteste Technik eingeschätzt. Das C-MAC-VL erzielte die höchste Erfolgsrate bei der simulierten schwierigen Intubation. Dies scheint wenig überraschend, da die Handhabung mit einem gebräuchlichen Macintosh-Spatel gewohnt ist, der gebogene Spatel eine verbesserte Sicht auf die Glottis ermöglicht und der Tubus entlang des Spatels ohne einen extremen Winkel oder Krümmung platziert werden kann. Die Ergebnisse dieser Studie bezüglich des C-MAC-VL decken sich mit vorangegangenen Studien in breitem klinischen Setting [3, 18, 20]. Die Tatsachen, dass der gebogene Macintosh-Spatel mithilfe der DKL die beste Erfolgsrate bei der einfachen Intubation sowie das C-MAC- und GlideScope-VL bei simulierten schwierigen Intubation aufwiesen, macht das C-MAC-VL zu einem wertvollen Hilfsmittel beim Management einer schwierigen Intubation.

Neben dem C-MAC- erreichte auch das GlideScope-VL sowohl bei der einfachen als auch bei der simulierten schwierigen Intubation eine vielversprechende Erfolgsrate; dies konnte durch andere Studien ebenfalls ermittelt werden [1, 23].

Die Anwendung des McGrath-VL in dieser Studie erwies sich sowohl bei der einfachen als auch bei der simulierten schwierigen Intubation als schlecht und wurde als schwierigste VL-Technik eingestuft. Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu anderen Publikationen [1, 15]. Ob der größere Abstand von der Kamera zur Spatelspitze und/oder das Verhältnis vom Bogenwinkel des Spatels zum Intubationstrainer ursächlich sind, ist unklar; dies kann nur vermutet werden.

Die geringere Erfolgsrate und höhere subjektive Einschätzung der Schwierigkeit der beiden geführten VL in dieser Studie decken sich mit den Ergebnissen anderer Studien (Airtraq- und King-Vision-VL; [2, 10, 15, 16]). Obwohl die Glot-

tisdarstellung mit diesen beiden Intubationsgeräten sehr schnell erfolgte, lässt sich die durch die Führung vorgegebene Richtung der Tubusspitze durch manuelle Manipulationen wie Drehen, Absenken oder Anheben nur sehr eingeschränkt beeinflussen.

Eine Limitation dieser Studie findet sich durch Verwendung eines Intubationstrainers anstelle von Patienten. Studien am Intubationstrainer ermöglichen jedoch den Vergleich neuer Atemweghilfsmittel bei einem Maximum an Gleichheit der Studienbedingungen und somit deren Vergleichbarkeit. Des Weiteren erlauben Intubationstrainer, „Cross-over“-Studien mit mehreren VL durchzuführen, ohne dabei den Patienten einem erhöhten Risiko für Verletzungen der Atemwege oder respiratorischen Komplikationen auszusetzen [13, 14]. Die Studienteilnehmer waren heterogen bezüglich ihrer Erfahrung, was jedoch wiederum die reale Verteilung des intubierenden Personals im Alltag widerspiegelt. Die Teilnehmer in dieser Studie waren in der Durchführung der DKL sehr und in der Anwendung der VL völlig unerfahren. Dies erlaubte jedoch, die Einfachheit und die Erfolgsraten der verschiedenen VL-Geräte unbeeinflusst zu vergleichen, was bei auf das einen oder andere VL-Gerät spezialisierten Teilnehmern nicht möglich gewesen wäre. Des Weiteren sind die Ergebnisse dieser Studie dadurch limitiert, dass nicht bei allen VL obligat ein Führungsmandrin verwendet wurde. Die Verwendung eines Führungsmandrins wurde den Teilnehmern freigestellt.

## Fazit für die Praxis

Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie lässt sich festhalten, dass die DKL bei der einfachen Intubation am Intubationstrainer allen VL eindeutig überlegen ist. Bei der simulierten schwierigen Intubation am Intubationstrainer ist das C-MAC-VL mit Laryngoskop-Spatel nach Macintosh, Gr. 3, oder das GlideScope-VL der DKL und den anderen VL hingegen überlegen. Dies basiert auf der Tatsache, dass die Anästhesisten im Umgang mit dem Macintosh für die DKL die meiste Erfahrung im tagtäglichen klinischen Betrieb hatten. Videolaryngoskope mit



bauähnlichem Spatel (insbesondere hinsichtlich seiner Krümmung) wie eben das C-MAC-VL waren folglich auch bei der schwierigen Intubation überlegen. Aus diesen Überlegungen mag für die klinische Routine das C-MAC-VL oder ein konventionelles Macintosh-Laryngoskop mit Videoübertragung das Geeignetste für die einfache und die unerwartet schwierige Intubation sein.

## Korrespondenzadresse

### PD Dr. K. Ruetzler

Institut für Anästhesiologie  
Universitäts-Klinik Zürich  
Rämistr. 100, 8091 Zürich  
kurt.ruetzler@usz.ch

**Danksagung.** Die Autoren möchten allen Teilnehmern für die freiwillige und unentgeltliche Teilnahme an dieser Studie sowie den Medizinproduktevertretern für die kostenlose Zurverfügungstellung der VL und Intubationstrainer danken.

**Finanzielle Unterstützung.** Die Studie wurde nur mit universitären und abteilungsinternen Mitteln unterstützt. Die Intubationstrainer und VL wurden für diese Studie von den örtlichen Medizinproduktevertretern zur Verfügung gestellt und nach Abschluss der Studie wieder zurückgegeben.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** Die Intubationstrainer und VL wurden für diese Studie von den örtlichen Medizinproduktevertretern zur Verfügung gestellt und nach Abschluss der Studie wieder zurückgegeben. Das Studienprotokoll wurde von den Autoren ohne Beeinflussung durch eine dritte Person verfasst. Die Ergebnisse und Daten dieser Studie wurden streng vertraulich behandelt und nicht an Dritte weitergegeben (Medizinproduktevertreter). K. Ruetzler, S. Imach, M. Weiss, T. Haas, und A.R. Schmidt geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle im vorliegenden Manuskript beschriebenen Untersuchungen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethikkommission (Kantonale Ethikkommission Zürich, KEK, Nummer KEK-STV-Nr. 17/13), im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt.

## Literatur

- Bathory I, Frascarolo P, Kern C et al (2009) Evaluation of the GlideScope for tracheal intubation in patients with cervical spine immobilisation by a semi-rigid collar. *Anaesthesia* 64:1337–1341
- Burnett AM, Frascione RJ, Wewerka SS et al (2014) Comparison of success rates between two video laryngoscope systems used in a prehospital clinical trial. *Prehosp Emerg Care* 18:231–238
- Cavus E, Callies A, Doerges V et al (2011) The C-MAC videolaryngoscope for prehospital emergency intubation: a prospective, multicentre, observational study. *Emerg Med J* 28:650–653
- Combes X, Le Roux B, Suen P et al (2004) Unanticipated difficult airway in anesthetized patients: prospective validation of a management algorithm. *Anesthesiology* 100:1146–1150
- Cormack RS, Lehane J (1984) Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 39:1105–1111
- Deakin CD, King P, Thompson F (2009) Prehospital advanced airway management by ambulance technicians and paramedics: is clinical practice sufficient to maintain skills? *Emerg Med J* 26:888–891
- Goliash G, Ruetzler A, Fischer H et al (2013) Evaluation of advanced airway management in absolutely inexperienced hands: a randomized manikin trial. *Eur J Emerg Med* 20:310–314
- Griesdale DE, Chau A, Isac G et al (2012) Video-laryngoscopy versus direct laryngoscopy in critically ill patients: a pilot randomized trial. *Can J Anaesth* 59:1032–1039
- Haas JE, Tsueda K (1996) Direct laryngoscopy with the aid of a fiberoptic bronchoscope for tracheal intubation. *Anesth Analg* 82:438
- Healy DW, Maties O, Hovord D et al (2012) A systematic review of the role of videolaryngoscopy in successful orotracheal intubation. *BMC Anesthesiol* 12:32
- Healy DW, Picton P, Morris M et al (2012) Comparison of the glidescope, CMAC, storz DCI with the Macintosh laryngoscope during simulated difficult laryngoscopy: a manikin study. *BMC Anesthesiol* 12:11
- Henthorn RW, Reed J, Szafranski JS et al (1995) Combining the fiberoptic bronchoscope with a laryngoscope blade aids teaching direct laryngoscopy. *Anesth Analg* 80:433
- Hesselfeldt R, Kristensen MS, Rasmussen LS (2005) Evaluation of the airway of the SimMan full-scale patient simulator. *Acta Anaesthesiol Scand* 49:1339–1345
- Macdowall J (2006) The assessment and treatment of the acutely ill patient—the role of the patient simulator as a teaching tool in the undergraduate programme. *Med Teach* 28:326–329
- Maharaj CH, Costello JF, McDonnell JG et al (2007) The Airtraq as a rescue airway device following failed direct laryngoscopy: a case series. *Anaesthesia* 62:598–601
- Malin E, Montblanc J, Ynineb Y et al (2009) Performance of the Airtraq laryngoscope after failed conventional tracheal intubation: a case series. *Acta Anaesthesiol Scand* 53:858–863
- Niforopoulou P, Pantazopoulos I, Demestihia T et al (2010) Video-laryngoscopes in the adult airway management: a topical review of the literature. *Acta Anaesthesiol Scand* 54:1050–1061
- Noppens RR, Geimer S, Eisel N et al (2012) Endotracheal intubation using the C-MAC(R) video laryngoscope or the Macintosh laryngoscope: A prospective, comparative study in the ICU. *Crit Care* 16:R103
- Paolini JB, Donati F, Drolet P (2013) Review article: video-laryngoscopy: another tool for difficult intubation or a new paradigm in airway management? *Can J Anaesth* 60:184–191
- Piepho T, Fortmueller K, Heid FM et al (2011) Performance of the C-MAC video laryngoscope in patients after a limited glottic view using Macintosh laryngoscopy. *Anaesthesia* 66:1101–1105
- Ruetzler K, Grubhofer G, Schmid W et al (2011) Randomized clinical trial comparing double-lumen tube and EZ-Blocker for single-lung ventilation. *Br J Anaesth* 106:896–902
- Shiga T, Wajima Z, Inoue T et al (2005) Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bedside screening test performance. *Anesthesiology* 103:429–437
- Stroumpoulis K, Pagoulidou A, Violari M et al (2009) Videolaryngoscopy in the management of the difficult airway: a comparison with the Macintosh blade. *Eur J Anaesthesiol* 26:218–222
- Su YC, Chen CC, Lee YK et al (2011) Comparison of video laryngoscopes with direct laryngoscopy for tracheal intubation: a meta-analysis of randomised trials. *Eur J Anaesthesiol* 28:788–795
- Thoeni N, Piegeler T, Bruesch M et al (2015) Incidence of difficult airway situations during prehospital airway management by emergency physicians—A retrospective analysis of 692 consecutive patients. *Resuscitation* 90:42–45
- Weiss M, Schwarz U, Gerber AC (1998) Video-Intubating Laryngoscopy – A New concept four Routine and Difficult Tracheal Intubation Management. *Anesthesiology* 89(Suppl. 3A):SE9
- Yentis SM, Lee DJ (1998) Evaluation of an improved scoring system for the grading of direct laryngoscopy. *Anaesthesia* 53:1041–1044



Kommentieren Sie  
diesen Beitrag auf  
[springermedizin.de](http://springermedizin.de)

► Geben Sie hierzu den Beitrags-  
titel in die Suche ein und nutzen  
Sie anschließend die Kommentar-  
funktion am Beitragsende.